



**БИОМЕХАНИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТОПИ
ДІТЕЙ 5-6 РОКІВ ІЗ ЗАТРИМКОЮ
ПСИХІЧНОГО РОЗВИТКУ**

Гребеніна Анастасія¹, Холодов Сергій²

¹Вінницький державний педагогічний університет імені
Михайла Коцюбинського

²ДЗ Південноукраїнський національний педагогічний
університет імені К. Ушинського

DOI:10.32540/2071-1476-2024-2-029

Annotation

Introduction. In Ukraine today, there is a decline in the level of ‘nation’s health’ as an integrative indicator of social, mental and physical health of citizens, especially preschool children. Nowadays, almost 80% of children have one or more diseases, and every third child has physical or mental disabilities.

The problem of preschool children with mental retardation (MR) has been an acute issue for psychological and pedagogical science for a long time.

It is worth noting that the steady increase in the number of preschool children with various disorders of the functional state of the musculoskeletal system, as one of the characteristics of the spatial organisation of the human body, is a concern for many specialists. The problematic range of disorders of the biomechanical properties of the human foot, which for many years has remained the focus of attention of domestic and foreign scientists.

The purpose of the study is to determine the biomechanical features of the foot of children aged 5-6 with MR.

Research methods: analysis of special scientific and methodological literature, pedagogical experiment, videometry, pedagogical experiment. Indicators of the sagittal profile of children’s feet were studied using the programme «Big Foot» and methods of mathematical statistics. The experiment involved 15 children aged 5-6 with MR.

The results. In recent years, researchers have created a significant scientific body of information on the interdependence of changes in the bone geometry of the foot components that provide its support and resistance function, the biomechanical properties of the skeletal muscles of the lower extremities and human health. The obtained data on the biomechanical parameters of the foot in children aged 5-6 with MR provides important information about its support and resistance features. These data are important for determining the structure and function of the foot, and their values can be used to analyse the biomechanical properties of the foot in children with MR.

Conclusions. It was found that children aged 5-6 with MR have specific features in the biomechanical parameters of the foot compared to practically healthy peers. In the studied boys with MR, statistically significant differences were found in the metatarsal and calcaneal angles, which were smaller than the corresponding parameters in practically healthy boys, and in the γ angle, which characterises the spring properties of the foot as a whole, which was blunter compared to practically healthy boys. These differences may indicate certain anatomical and biomechanical features of their foot. In girls with MR, differences in some foot parameters were less distinct than in boys. This again points to different aspects of the development of foot biomechanics in girls compared to boys.

Key words: musculoskeletal system, biomechanical properties of the foot, children aged 5-6, mental retardation, motor function.

Анотація

Вступ. В Україні сьогодні спостерігається зниження рівня «здоров’я нації» як інтегративного показника соціального, психічного і фізичного здоров’я громадян, особливо, дітей дошкільного віку. Нині майже 80 %

дітей мають одне або кілька захворювань, у кожної третьої дитини фіксуються відхилення у фізичному або психічному розвитку.

Проблема дітей дошкільного віку із затримкою психічного розвитку (ЗПР) гостро постала перед психолого-педагогічною наукою вже давно.

Варто зазначити, що неухильне зростання чисельності дітей дошкільного віку з різними порушеннями функціонального стану опорно-рухового апарату, як однієї з характеристик просторової організації тіла людини, турбує багатьох фахівців. Проблемне коло порушень біомеханічних властивостей стопи людини, що протягом багатьох років залишається в центрі уваги вітчизняних і зарубіжних учених.

Мета дослідження – визначити біомеханічні особливості стопи дітей 5-6 років з ЗПР.

Методи дослідження: аналіз спеціальної науково-методичної літератури, педагогічний експеримент, відеометрія, педагогічний експеримент. Показники сагітального профілю стопи дітей вивчали із застосуванням програми «Big Foot», методи математичної статистики. У ході експерименту було залучено 15 дітей 5-6 років з ЗПР.

Результати. На хронологічному зрізі останніх років учені-дослідники створили значний пласт наукових відомостей про взаємозумовленість змін геометрії кісткових компонентів стопи, які забезпечують її опорно-ресорну функцію, біомеханічних властивостей кістякових м'язів нижніх кінцівок і здоров'я людини. Отримані дані біомеханічних параметрів стопи у дітей 5-6 років із ЗПР надають важливу інформацію про її опорно-ресорні особливості. Ці дані важливі для визначення структури та функції стопи, а їхні значення можуть бути використані для аналізу біомеханічних властивостей стопи у дітей з ЗПР.

Висновки. Встановлено, що діти 5-6 років із ЗПР мають специфічні особливості у біомеханічних параметрах стопи порівняно з практично здоровими однолітками. У досліджених хлопчиків з ЗПР були виявлені статистично значущі відмінності в плесневому та п'ятковому куті, які були меншими за відповідні параметри у практично здорових хлопців, і в куті γ , який характеризує ресорні властивості стопи в цілому, який порівняно з практично здоровими хлопчиками був більш тупим. Ці відмінності можуть свідчити про певні анатомічні та біомеханічні особливості їх стоп. У дівчат із ЗПР відмінності у деяких параметрах стопи були менш виражені, ніж у хлопчиків. Це ще раз вказує на неоднакові аспекти розвитку біомеханіки стопи дівчат порівняно з хлопцями.

Ключові слова: опорно-рухової апарат, біомеханічні властивості стопи, діти 5-6 років, затримка психічного розвитку, рухова функція.

Вступ. Руховий апарат людини, з точки зору біомеханіки, являє собою систему біокінематичних ланцюгів, усі ланки якого об'єднані у біокінематичні пари та мають між собою зв'язки, що визначають їх зовнішню свободу рухів [3, 4, 14].

До найважливіших структурних сегментів опорно-рухової системи людини належить стопа, в архітектоніці якої філогенетично передбачено певну надійність конструктивних ланок, що забезпечує статолокомоторну функцію та відображає цілісний морфофункціональний об'єкт – детермінант рухової функції [11, 12, 15, 16]. Стопа як один із найбільш значущих органів прямоходіння людини в умовах природних локомоцій не тільки виконує функцію опори, а й уможливорює організацію ресорних взаємодій її тіла з опірною поверхнею [1, 2, 11].

Захворювання та пошкодження органів опори, у широкому

спектрі яких кількісно та якісно окреслюються зміни біомеханічних властивостей стопи [19], часто супроводжуються небезпечними для здоров'я функціональними порушеннями рухового апарату, зниженням сили і тону м'язів, утратою здатності до нормального пересування, а відтак – стійкою втратою працездатності й інвалідності [6, 12].

Гіпотеза. Передбачалось, що визначення біомеханічних особливостей стопи дітей 5-6 років з ЗПР дозволить у подальшому диференційовано застосовувати корекційно-профілактичні засоби, що сприятиме покращенню їхнього стану опорно-рухового апарату (ОРА).

Мета дослідження – визначити біомеханічні особливості стопи дітей 5-6 років з ЗПР.

Матеріал і методи дослідження. Учасники дослідження. У ході експерименту було залуче-

но 15 дітей 5-6 років з ЗПР. Для виконання поставлених завдань використано такі методи дослідження: аналіз спеціальної науково-методичної літератури, педагогічний експеримент. Показники сагітального профілю стопи дітей вивчали за відеометрією із застосуванням програми «Big Foot» [9, 13]. При визначенні сагітального профілю стопи відеозйомку проводили з урахуванням основних біомеханічних вимог, у місцях розташування анатомічних точок ми наносили помітки маркером, а в площині об'єкта зйомки розміщували масштабну лінійку, яка розділена на відрізки по два сантиметри. Фотокамеру кріпили на штативі на відстані 2,5 м від об'єкта зйомки, при цьому вісь об'єктива відеокамери була зорієнтована перпендикулярно до площини об'єкта зйомки. Під час відеозйомки ми визначали кутові та лінійні характеристики стопи.

Куткові характеристики: кут α – плюсневий кут (кут між лінією опорної частини склепіння стопи (I) і прямою, яка з'єднує головку першої плюсневої кістки з точкою максимальної висоти склепіння), кут β – п'ятковий кут (кут між лінією (I) та прямою, яка з'єднує опорну точку горба п'яркової кістки з максимальною висотою склепіння), кут γ , який характеризує ресорні властивості стопи в цілому ($180-(\alpha+\beta)$). **Лінійні характеристики** – довжина стопи; максимальна висота склепіння стопи; висота підйому стопи. У дослідженні в якості критерію оцінки розвитку склепіння стопи ми використовували довжину стопи, максимальну висоту склепіння стопи, плесновий кут (α) який відображає ресорні властивості стопи, пов'язані з утриманням склепіння активними компонентами-м'язами, п'ятковий кут (β) пов'язаний із пасивними компонентами ОРА, що обумовлюють особливості з'єднання кісток і зв'язкового апарату стопи [9, 13].

У процесі математичної обробки обчислювали такі статистичні характеристики: для опису первинних статистик обчислювалися середнє арифметичне значення (\bar{x}), стандартне відхилення (S), екстремуми (min, max), медіана (Me) та квартилі розподілу (25%, 75%); для перевірки розподілу результатів на нормальність – критерії узгодження Колмогорова-Смирнова та Шапіро – Уїлка; для порівняння результатів дослідження з

аналогічними результатами інших авторів – одновибірковий t-коefficient Стьюдента або одновибірковий критерій знакових рангів Вілкоксона (залежно від характеру даних, доступних для порівняння); для порівняння незалежних вибірок U-критерій Манна-Уїтні або t-критерій Стьюдента (залежно від характеру розподілу даних) [18].

Статистичне опрацювання результатів експерименту здійснювалося за допомогою програмного забезпечення IBM SPSS Statistics 21, графічний матеріал підготований у пакеті Microsoft Excel, Візуалізація куткових характеристик біомеханіки стопи здійснювалася за допомогою веб-ресурсу «Калькулятори онлайн» [10].

Результати. Отримані дані біомеханічних параметрів стопи у дітей 5-6 років з ЗПП надає важливу інформацію про її опорно-ресорні особливості. Так, первинні статистики та квартилі розподілу за ними (табл. 1) показали, що довжина стопи у вибірці коливалася від 181 мм до 191 мм, з середнім значенням 186,4 мм і стандартним відхиленням 4,45 мм.

Медіана дорівнювала 190 мм, а квартилі розподілу знаходилися в діапазоні від 182 мм до 190 мм, а, отже, більше половини результатів було сконцентровано у діапазоні 190-191 мм. Довжина опорної частини стопи варіювалася від 120 мм до 127 мм, із середнім значенням 123,7 мм та стандартним відхиленням 2,79 мм. Медіана складала 125 мм, а квартилі

розподілу знаходилися в діапазоні від 122 мм до 126 мм, і це вказує на низьку надійність середнього арифметичного значення, оскільки індивідуальні заміри скошені у бік більш високих оцінок.

Висота гомілковостопного суглоба варіювалася від 60 мм до 63 мм, із середнім значенням 61,67 мм та стандартним відхиленням 1,29 мм. Медіана розподілу дорівнювала 62 мм, і вона була близькою до середнього значення. Висоти верхнього краю човноподібної кістки коливалися від 44 мм до 47 мм, із середнім значенням 45,2 мм та стандартним відхиленням 1,01 мм. Медіана складала 45 мм, тобто, дані про центр розподілу досить надійно описуються як медіаною, так і середнім арифметичним.

Плюсневий кут α , який відображає ресорні властивості стопи, пов'язані з утриманням склепіння активними компонентами-м'язами, за медіанним значенням становить 20 градусів, що є типовим для дітей даного вікового діапазону. Мінімальне значення цього кута становить 19 градусів, а максимальне – 20 градусів. П'ятковий кут β , пов'язаний із пасивними компонентами ОРА за медіанним значенням дорівнював 25 градусам, причому дані згруповані досить щільно, оскільки мінімальне значення цього кута – 24 градуси, а максимальне – 25 градусів. Ці дані важливі для визначення структури та функції стопи, а їхні значення можуть бути використа-

Таблиця 1

Первинні статистики та квартилі розподілу результатів вимірювань біомеханічних параметрів стопи у дітей 5-6 років з ЗПП (n=15)

Біомеханічні параметри стопи	min	max	\bar{x}	S	Me	25%	75%
Довжина стопи, мм	181	191	186,4	4,45	190	182	190
Довжина опорної частини стопи, мм	120	127	123,7	2,79	125	122	126
Висота гомілковостопного суглоба, мм	60	63	61,67	1,29	62	61	63
Висота верхнього краю човноподібної кістки, мм	44	47	45,2	1,01	45	45	46
Плюсневий кут α , град.	19	20	19,53	0,52	20	19	20
П'ятковий кут β , град.	24	25	24,67	0,49	25	24	25
Кут γ , град.	135	136	135,8	0,41	136	136	136

ні для аналізу стану біомеханічних властивостей стопи у дітей з ЗПР, якщо ми знайдемо відомості для порівняння їх з певними нормами. Оскільки нормативних значень зазначеної діагностичної методики для дітей 5-6 років не знайдено, для визначення особливостей біомеханіки стопи у дітей цього віку із ЗПР скористаємося відомостями про результати, отримані таким саме чином іншими дослідниками. Стандартизованість процедури фіксації та аналізу фактичного матеріалу надають можливість такого порівняння.

Так, якщо порівняти дані про дітей із ЗПР з відомостями біомеханіки стопи, діагностованими В. Кашубою, Н. Носовою [6] у практично здорових дітей, можна побачити, що між ними є суттєві відмінності за всіма параметрами (табл. 2).

Аналізуючи наведену таблицю, можна побачити, що середні значення довжини стопи і опорної її частини в дітей із ЗПР значно більші, ніж у практично здорових дітей (на 10,8 мм – для довжини стопи та на 6,03 мм – для її опорної частини). У дітей з ЗПР висота гомілковостопного суглоба також значно більша, ніж у дітей без такої затримки (на 5.97 мм). Щодо плюсневого та п'яtkового кутів, в дітей з затримкою психічного розвитку, – вони також значно більші, порівняно з практично здоровими дітьми. Як бачимо, різниця між групами є статистично значущою з високим рівнем достовірності

($p < 0.0001$) за всіма цими параметрами.

Отже, результати цього порівняння свідчать про значні відмінності у біомеханічних параметрах стопи у дітей зі ЗПР порівняно з практично здоровими однолітками. Такі відмінності можуть вказувати на специфічні анатомічні особливості стопи. Наприклад, довжина стопи може бути важливим параметром при оцінці фізичного розвитку дитини, але однозначно визначити, чи є більша довжина стопи кращою або гіршою, не зовсім просто, оскільки це залежить від багатьох факторів.

Оскільки ми знаємо із попереднього аналізу, що досліджувані мають середній для свого віку зріст, нормальну масу тіла та мезоморфний тип постави, але при цьому довжина їхньої стопи виявляється більшою у порівнянні з дітьми без затримки психічного розвитку, це може свідчити про деякі анатомічні особливості розвитку дітей як результат дії фактору гетерохронності розвитку, одним з виявів якої і є ЗПР, або на розтягнутість м'язів, що може впливати на функціонування стопи та загальну рухову активність дитини.

Більша довжина опорної частини стопи у дітей зі затримкою психічного розвитку також може бути індикатором різних фізіологічних або патологічних аспектів, які потребують уваги та подальшого дослідження для визначення

їхнього впливу на здоров'я та розвиток дитини. Так, вона може вказувати на затримку розвитку м'язів і кісток через менш активний спосіб життя або обмежену рухову активність, що може призвести до поганого розвитку м'язів і кісток. Деякі діти із затримкою розвитку можуть мати відхилення в ході, наприклад, плоскостопість або інші порушення, які впливають на розмір і форму стопи.

Завелика висота гомілковостопного суглоба також може вказувати на ризик гіпермобільності суглобів, на можливі порушення розвитку суглобів, або гіпертрофію суглобових тканин. І це вкрай важливо для визначення анатомічних особливостей стопи та її функціональних характеристик в контексті рухової діяльності, стабільності та амортизації при ходьбі та стоянні. Адже, чим вище суглоб, тим може бути менша його стабільність, особливо, якщо це супроводжується гіпермобільністю або незвичайною анатомічною будовою суглобу. Також така особливість може виявлятися у гіршій здатності амортизувати удари під час ходьби та рівномірно розподіляти навантаження на стопу під час руху. Завелика висота гомілковостопного суглоба може також впливати на рухові можливості суглоба та діапазон рухів, які він може здійснювати без дискомфорту або обмежень.

Щодо відмінностей у кутівих характеристиках біомеханіки стопи, доречно їх візуалізувати

Таблиця 2

Результати статистичного порівняння біомеханічних параметрів стопи у дітей 5-6 років із затримкою психічного розвитку (n=15) та практично здоровими однолітками

Біомеханічні параметри стопи	Діти 5-6 років з ЗПР (n=15)		Діти 5-6 років [6]		
	\bar{x}	S	\bar{x}	t	p
Довжина стопи, мм	186,4	4,45	175,6	9,393	p<0,0001
Довжина опорної частини стопи, мм	123,7	2,79	117,7	8,377	p<0,0001
Висота гомілковостопного суглоба, мм	61,67	1,29	55,7	17,9	p<0,0001
Плюсневий кут α , град.	19,53	0,52	17,1	18,25	p<0,0001
П'яtkовий кут β , град.	24,67	0,49	23,7	7,673	p<0,0001
Кут γ , град.	135,8	0,41	139,2	31,804	p<0,0001

Примітки: t – значення одновибіркового t-критерія Стьюдента; $t_{кр}(14; 0,001)=4,14$.

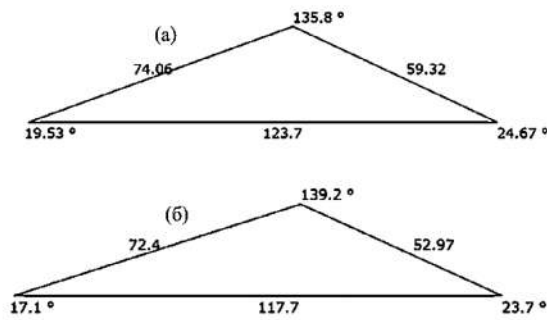


Рис. 1. Усереднені профілі куткових параметрів біомеханічних властивостей стопи дітей 5-6 років з ЗПР (а) і практично здоровими однолітками (б)

ти (рис. 1), оскільки вони тісно пов'язані між собою.

На рисунку показано, що плюсневий та п'ятковий кути у дітей із ЗПР (а) виявилися більшими за відповідні параметри у дітей без ЗПР (б). А, отже, третій кут у трикутнику (кут γ) є гострішим. Це може свідчити про такі можливі анатомічні особливості, як підвищення арки стопи, що може призводити до незвичайного розподілу навантаження під час ходьби та

стояння, про деформацію п'ятки, яка через незвичайне положення стопи збільшує навантаження на п'ятку. Гостріший кут γ може бути пов'язаним з недоліками в структурі стопи, що впливає на рівномірність розподілу навантаження під час руху і сприяти незвичайному руху стопи.

А отже, враховуючи ці особливості, важливо провести оцінку причин і наслідків для постави й фізичного розвитку такої

специфіки сагітального профілю стопи для визначення найефективніших шляхів корекції виявлених відхилень.

Крім того, важливо з'ясувати, чи такі особливості є загальними для всіх дітей з ЗПР, чи вони виявляються відмінно для хлопчиків і дівчаток. Для цього було проведено статистичне порівняння хлопчиків і дівчаток з ЗПР за параметрами біомеханіки стопи. Оцінюючи розподіл цих показників на нормальність, було визначено, що найбільш адекватним критерієм для встановлення статистичної значущості для довжини опорної частини стопи є t-критерій Стьюдента, тоді як для інших ознак був використаний критерій Манна-Уїтні.

Спираючись на отримані результати порівняння (табл. 3), можна помітити, що міжстатеві відмінності присутні лише у лінійних характеристиках стопи, в той час, як куткові параметри майже не відрізняються.

Таблиця 3

Відмінності біомеханічних параметрів стопи між хлопцями та дівчатками 5-6 років з ЗПР (n=15)

Стать	Статистичні показники	Довжина стопи, мм	Довжина опорної частини стопи, мм	Висота гомілковостопного суглоба, мм	Висота верхнього краю човноподібної кістки, мм	Плюсневий кут α , град.	П'ятковий кут β , град.	Кут γ , град.
Хлопці (n=8)	\bar{x}	190,4	126,1	62,8	45,9	19,5	24,9	135,6
	s	0,52	0,83	0,46	0,83	0,53	0,35	0,52
	Me	190	126	63	46	19,5	25	136
	25%	190	125,8	62,8	45	19	25	135
	75%	191	127	63	46,3	20	25	136
Дівчинки (n=7)	\bar{x}	181,9	121	60,43	44,43	19,57	24,43	136
	s	0,9	1	0,53	0,53	0,53	0,53	0
	Me	182	121	60	44	20	24	136
	25%	181	120	60	44	19	24	136
	75%	182,5	122	61	45	20	25	136
Достовірність відмінностей	t	-	10,69	-	-	-	-	-
	U	0	-	0	4,5	26	15,5	17,5
	p	p<0,01	p<0,001	p<0,01	p<0,01	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Примітки: $U_{кр}(7; 8; 0,05)=10$; $U_{кр}(7; 8; 0,01)=6$; $t_{кр}(13; 0,001)=4,22$.

Так, виходячи з даних про медіани та середні значення, наведені у таблиці, у хлопчиків є більшими довжина стопи – на 8 мм або на 4,67% ($p < 0,01$), довжина опорної частини стопи – на 5 мм або на 4,22% ($p < 0,001$), висота гомілко-востопного суглоба – на 3 мм або на 3,92% ($p < 0,01$) та висота верхнього краю човноподібної кістки – на 2 мм або на 3,31% ($p < 0,01$).

В той же час кутові параметри стопи в них майже однакові. А оскільки ми знаємо, що за соматометричними показниками (довжини, маси тіла, окружностей нижніх кінцівок) хлопці були також більшими, то такі відмінності є цілком закономірними, оскільки є виявленням пропорційності тіла.

Дискусія. Щодо кутових характеристик, які не відрізнялися у хлопчиків та дівчаток, – є можливість порівняти їх з відповідними даними, наведеними В. Кашубою [7, 8]. Для цього розглянемо графічне зображення (рис. 2).

Представлені відношення показують, що у хлопчиків із ЗПР медіана плюсневого кута α , що відображає ресорні властивості стопи та її здатність утримувати склепіння за допомогою м'язів, становила 19° , в той час як у практично здорових хлопчиків, за даними В. Кашуби [7, 8], цей показник був більшим на 2° і становив 21° .

Ці різниці виявилися статистично значущими на рівні $p < 0,05$. Щодо медіани п'яtkового кута β ,

який відображає ресорні властивості, пов'язані із пасивними компонентами, що обумовлені особливостями зчленування кісток та зв'язковим апаратом стопи: в хлопчиків із ЗПР вона становила 25° , що на 3° менше, ніж у хлопчиків без ЗПР, де цей показник склав 28° . Ці відмінності також були статистично значущими на рівні $p < 0,01$. Також у хлопчиків із ЗПР медіана кута γ , який характеризує ресорні властивості стопи в цілому, становила 136° , в той час як в їхніх ровесників без ЗПР – приблизно 131° , і така різниця за даними статистичної перевірки за одновибірковим критерієм знакових рангів Вілкоксона є достовірно великою ($p < 0,01$). Той факт, що у хлопчиків із ЗПР кут γ в медіані на 5° більший, ніж у дітей такого саме віку, може вказувати на можливі проблеми зі стабільністю стопи або вирівнюванням під час ходьби та інших рухів, але він може варіюватися в залежності від фізіологічних та біомеханічних особливостей навколо 130 градусів, що вважається нормою. У нашому випадку, у хлопців цей показник в цілому знаходиться в нормальному діапазоні, а, отже, може вважатися прийнятним.

Медіана плюсневого кута у дівчат із ЗПР склала 20° , що збігається з результатами дослідження, проведеного В. Кашубою [7, 8] на групі практично здорових дівчаток 5-6 років. У той же час, медіана п'яtkового кута у дівчаток із

ЗПР (24°) була на 1° більшою, ніж у їхніх ровесниць без ЗПР. Ця різниця виявилася достатньою, щоб підтвердити статистичну відмінність за допомогою одновибіркового критерію Вілкоксона на рівні значимості $p < 0,05$. У дівчат із ЗПР медіана кута γ також становила 136° , тоді як у практично здорових дівчаток такого ж віку цей показник був приблизно 137° . Така різниця не виявилася значущою ($p > 0,05$). Це свідчить про відсутність певних особливостей у розвитку кута підйому стопи у дівчаток із ЗПР.

Доповнено дані про можливість використання оптико-електронних методів скринінгу стану біомеханіки стопи людини [1, 6, 9, 13].

Доповнено дані про особливості фізичного розвитку дітей з ЗПР [5, 17].

Висновки. Упродовж філогенетичного розвитку людини стопа як значуща частина її тіла внаслідок пристосування до прямоного (вертикального) ходіння зазнала значних змін, тому на сьогодні постає одним із найважливіших органів прямоходіння людини в умовах природних локомоцій і виконує не тільки функцію опори, а й забезпечує організацію ресорної взаємодії тіла останньої з опірною поверхнею. Встановлено, що діти 5-6 років із ЗПР мають специфічні особливості у біомеханічних параметрах стопи порівняно з практично здоровими однолітка-

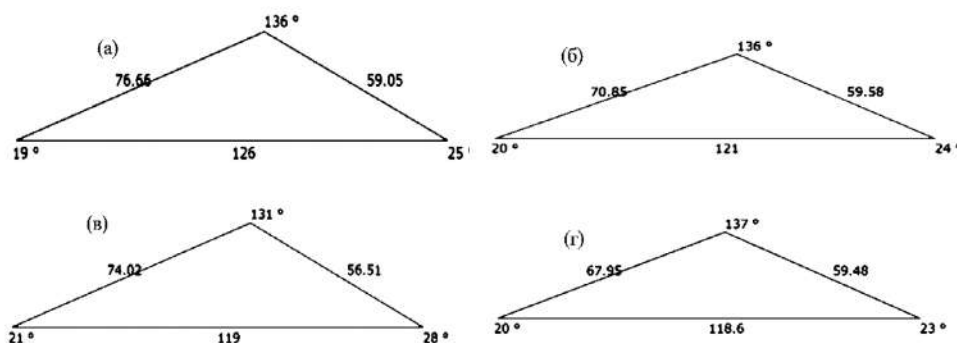


Рис. 2. Медіани кутових параметрів біомеханічних властивостей стопи дітей 5-6 років з ЗПР: (а) – хлопчиків; (б) – дівчат; та дітей 6 років, ЗПР у яких не встановлено [7]: (в) – хлопчиків; (г) – дівчат.

ми. У досліджених хлопчиків з ЗПР були виявлені статистично значущі відмінності в плюснево-м'якому та п'ятковому куті, які були меншими за відповідні параметри у практично здорових хлопців, і в куті γ , який характеризує ресорні властивості стопи в цілому, який порівняно з практично здоровими хлопчиками був більш тупим. Ці відмінності можуть свідчити про певні анатомічні та біомеханічні особливості їх стопи. У дівчат із ЗПР відмінності у деяких параметрах стопи були менш виражені, ніж у хлопчиків. Це ще раз вказує на неоднакові аспекти розвитку

біомеханіки стопи дівчат порівняно з хлопцями.

Перспективи подальших досліджень – науково обґрунтувати побудову технології корекції порушень біомеханіки просторової організації тіла дітей 5-6-ти років із затримкою психічного розвитку в процесі фізкультурно-спортивної реабілітації.

Фінансування. Наукова робота не має спеціального фінансування та виконана у відповідності до тематичного плану наукових досліджень кафедри теорії і методики фізичного виховання Вінницького державно-

го педагогічного університету імені М. Коцюбинського за темою «Теоретико-методичні засади застосування інноваційних технологій у фізичному вихованні та спорті».

Вдячності. Висловлюємо вдячність керівництву та науково-педагогічним працівникам кафедри теорії і методики фізичного виховання Вінницького державного педагогічного університету імені М. Коцюбинського за можливість проведення досліджень.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що відсутній будь-який конфлікт інтересів.

Література

1. Альошина А.І. Профілактика й корекція функціональних порушень опорно-рухового апарату дітей та молоді у процесі фізичного виховання: [дисертація]. Київ, 2016. 544 с.
2. Афанасьєв Д. Характеристика повздовжніх розмірів тіла практично здорових дітей 6–8 років та їхніх однолітків із депривацією слуху. *Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2020. № 37. С. 80-87.
3. Біомеханіка опорно-рухового апарату юних спортсменів у дискурсивному полі наукового знання / І. Хмельницька та ін. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасн. суспільстві*: зб. наук. пр. Луцьк : Волин. Нац. ун-т ім. Лесі Українки. 2023. № 4(60). С. 33-41.
4. Випасняк І, Самойлюк О. Біомеханічні властивості стопи юних спортсменів як передумова розробки технології фізичної реабілітації. *Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2019;35:96-107.
5. Войтко В.В. Психолого-педагогічний супровід дітей з затримкою психічного розвитку : навч.-метод. посіб. Кропивницький, 2017. 48 с.
6. Кашуба В, Носова Н. Характеристика біомеханічних властивостей стопи дітей 5-6 років у процесі фізичної реабілітації = Characteristics of biomechanical properties of child's foot 5-6 years old in the physical rehabilitation process. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(5):1086-95. Доступно: <http://www.ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/6690/8405>
7. Кашуба В, Афанасьєв Д, Домашенко Н. Особливості опорно-ресорних властивостей стопи дітей 6-8 років залежно від конституціонального типу.

References

1. Aloskina AI. Prevention and correction of functional disorders of the musculoskeletal apparatus in children and young people during the process of physical rehabilitation: [dissertation]. Kiev, 2016. 544 p.
2. Afanasyev D. Characteristics of longitudinal body dimensions of practically healthy children aged 6–8 years and their peers with hearing loss. *Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka East European National University*. 2020. No. 37. P. 80-87.
3. Biomechanics of the musculoskeletal system of young athletes in the discursive field of scientific knowledge / I. Khmelnytska et al. *Physical education, sports and health culture in modern times. society*: coll. of science Lutsk avenue: Volyn. National University named after Lesya Ukrainka. 2023. No. 4(60). P. 33-41.
4. Vypasnyak I, Samoilyuk O. Biomechanical properties of the foot of young athletes as a prerequisite for the development of physical rehabilitation technology. *Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka East European National University*. 2019; 35:96-107.
5. Voitko V.V. Psychological and pedagogical support of children with mental retardation: teaching method. manual Kropyvnytskyi, 2017. 48 p.
6. Kashuba V, Nosova N. Characteristics of biomechanical properties of child's foot 5-6 years old in the physical rehabilitation process. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(5):1086-95. Available: <http://www.ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/6690/8405>
7. Kashuba V, Afanasyev D, Domashenko N. Peculiarities of support-spring properties of the foot of children 6-8 years old depending on the constitutional type. *Bulletin of Kamianets-Podilskyi National University named after Ivan Ohienko*.

- Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини* / [редкол.: Єдинак Г. А. (відп. ред.) та ін]. 2020. Вип. 18. С. 31-37.
8. Кашуба В., Мицкан Б., Афанасьєв Д. Морфологічні особливості практично здорових дітей та їх однолітків з депривацією слуху. *Вісник Прикарпатського університету*. Серія: Фізична культура. 2021. Том 1, № 37. С. 3-13.
 9. Корекція тілобудови людини в процесі занять фізичними вправами: теоретичні та практичні аспекти: колективна монографія / за наук. ред. А. Альошиної, І. Випасняка, В. Кашуби. Луцьк: Вежа-Друк, 2022. 536 с.
 10. Розрахунок трикутника. *Калькулятори онлайн, довідник-енциклопедія*. URL: <https://uk.calcprofi.com/rozrakhunok-trykutnyka-onlayn.html> (дата звернення: 04.03.2024).
 11. Самойлюк О. Біомеханіка стопи людини – показник стану здоров'я. *Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2018;32:98-104.
 12. Самойлюк О. Стан біомеханіки стопи юних спортсменів на сучасному етапі. *Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2019;33:136-42.
 13. Фізкультурно-спортивна реабілітація осіб із порушенням біомеханіки просторової організації тіла [Текст] : навч. посіб.: у 2 ч. Ч. 1 / А.І. Альошина, В.О. Кашуба, С.М. Афанасьєв та ін. – Луцьк : Вежа-Друк, 2023. – 480 с.
 14. Холодов С.А., Гребеніна А.А. Біомеханіка постави дітей з церебральним паралічем: сучасний стан проблеми. *Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини (Rehabilitation & recreation)*: НУВГП, 2023. №14. С. 242-251. DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.14.29>. <https://health.nuwm.edu.ua/index.php/rehabilitation>.
 15. Холодов С., Гребеніна А. Біомеханічна оцінка постави дітей 6-8 років. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2023. 15 (34). 487-495. DOI: 10.31652/2071-5285-2023-15(34)-487-495.
 16. Холодов С., Гребеніна А. Особливості стану просторової організації дітей 5-6-ти років. *Матеріали Всеукраїнської електронної науково-практичної конференції з міжнародною участю*. Київ: Національний університет фізичного виховання і спорту України [електронний ресурс]. 2023. 60-3. <https://uni-sport.edu.ua/content/i-vseukrayinska-elektronna-naukovo-praktychna-konferenciya-z-mizhnarodnoyu-uchastyu>.
 17. Cutoff values for calf circumference to predict malnutrition in children and adolescents with malignant neoplasms: a new parameter for Physical education, sport and human health / [edited by G. A. Yedinak (res. editor) and others]. 2020. Issue 18. P. 31-37.
 8. Kashuba V., Myskan B., Afanasyev D. Morphological features of practically healthy children and their peers with hearing deprivation. *Bulletin of the Carpathian University*. Series: Physical culture. 2021. Volume 1, No. 37. P. 3-13.
 9. Correction of a person's physique in the process of physical exercises: theoretical and practical aspects: collective monograph / for science. ed. A. Alyoshina, I. Vypasnyak, V. Kashuba. Lutsk: Vezha-Druk, 2022. 536 p.
 10. Calculation of the triangle. Calculators online, reference encyclopedia. URL: <https://uk.calcprofi.com/rozrakhunok-trykutnyka-onlayn.html> (access date: 03/04/2024).
 11. Samoiluk O. Biomechanics of the human foot – an indicator of health. *Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka East European National University*. 2018;32:98-104.
 12. Samoiluk O. State of foot biomechanics of young athletes at the current stage. *Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka East European National University*. 2019; 33:136-42.
 13. Physical culture and sports rehabilitation of persons with a violation of the biomechanics of the spatial organization of the body [Text]: training. manual: in 2 h. Part 1 / A.I. Alyoshina, V.O. Kashuba, S.M. Afanasyev and others. – Lutsk: Vezha-Druk, 2023. – 480 p.
 14. Kholodov S.A., Grebenina A.A. Biomechanics of the posture of children with cerebral palsy: the current state of the problem. *Rehabilitation and physical culture and recreation aspects of human development (Rehabilitation & recreation)*: NUVHP, 2023. No. 14. P. 242-251. DOI <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.14.29>. <https://health.nuwm.edu.ua/index.php/rehabilitation>.
 15. Kholodov S., Grebenina A. Biomechanical assessment of the posture of children 6-8 years of age. *Physical culture, sport and health of the nation*. 2023. 15 (34). 487-495. DOI: 10.31652/2071-5285-2023-15(34)-487-495.
 16. Kholodov S., Grebenina A. Peculiarities of spatial organization of children 5-6 years old. *Materials of the All-Ukrainian electronic scientific and practical conference with international participation*. Kyiv: National University of Physical Education and Sports of Ukraine [electronic resource]. 2023. 60-3. <https://uni-sport.edu.ua/content/i-vseukrayinska-elektronna-naukovo-praktychna-konferenciya-z-mizhnarodnoyu-uchastyu>.
 17. Cutoff values for calf circumference to predict malnutrition in children and adolescents with malignant neoplasms: a new parameter for

- assessment? / R. d. L. Ferretti та ін. *Clinical Nutrition Open Science*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2023.03.002> (дата звернення: 12.02.2024).
18. Kashuba, V, Stepanenko, O, Byshevets, N, Kharchuk, O, Savliuk, S, Bukhovets, B, Grygus, I, Napierała, M, Skaliy, T, Hagner-Derengowska, M, Zukow, W. (2020). Formation of Human Movement and Sports Skills in Processing Sports-pedagogical and Biomedical Data in Masters of Sports. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(5), 249-257. DOI:10.13189/saj.2020.080513
19. Kashuba V, Afanasiev D. Dynamics indicators of supporting – spring properties of a foot in the children of primary school age with derivation of hearing during process of adaptive physical education under influence of author's technology on prevention of violations the biomechanical properties of foot. *Pedagogy and Psychology of Sport*. 2020;6(4):56-63. eISSN 2450-6605. <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.04.006> <https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/PPS/article/view/PPS.2020.06.04.006>. <https://zenodo.org/record/4276300>
- assessment? / R. d. L. Ferretti та ін. *Clinical Nutrition Open Science*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.nutos.2023.03.002> (дата звернення: 12.02.2024).
18. Kashuba, V, Stepanenko, O, Byshevets, N, Kharchuk, O, Savliuk, S, Bukhovets, B, Grygus, I, Napierała, M, Skaliy, T, Hagner-Derengowska, M, Zukow, W. (2020). Formation of Human Movement and Sports Skills in Processing Sports-pedagogical and Biomedical Data in Masters of Sports. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(5), 249-257. DOI:10.13189/saj.2020.080513
19. Kashuba V, Afanasiev D. Dynamics indicators of supporting – spring properties of a foot in the children of primary school age with derivation of hearing during process of adaptive physical education under influence of author's technology on prevention of violations the biomechanical properties of foot. *Pedagogy and Psychology of Sport*. 2020;6(4):56-63. eISSN 2450-6605. <http://dx.doi.org/10.12775/PPS.2020.06.04.006> <https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/PPS/article/view/PPS.2020.06.04.006>. <https://zenodo.org/record/4276300>

Гребеніна Анастасія

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
Україна, м. Вінниця, Острозького, 32, 21000
<https://orcid.org/0000-0003-4258-2232>

Холодов Сергій

ДЗ Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Ушинського
Україна, м. Одеса, Старопортофранківська, 26
<https://orcid.org/0000-0001-5108-3035>